

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-264143

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

H01J 37/08
H01J 27/04

(21)Application number : 07-064352

(71)Applicant : NISSIN ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 23.03.1995

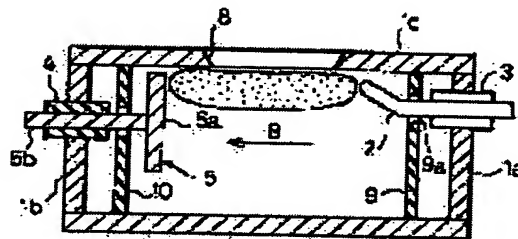
(72)Inventor : SENOO KAZUHIRO
TANJIYOU MASAYASU

(54) ION SOURCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase a desired ion beam current without heightening arc discharge voltage.

CONSTITUTION: A burnous ion source is one in which a filament 2 and a reflecting electrode 5 are installed on the opposite to the direction of a magnetic field and a filament shield 9 is installed to prevent stains of a filament field through 3 which insulates and holds the filament 2. The filament shield 9 with high sputtering efficiency in a plasma producing chamber 1 is made of a material containing desiring kinds of ions. Moreover, the filament 2 is bent in the direction to which ion is drawn. Consequently, plasma density can be heightened locally near an ion drawing outlet 8 and at the same time the component ratios of desiring types of ions in the plasma can be increased efficiently.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.12.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.11.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3075129

[Date of registration] 09.06.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-20110

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 17.12.1999

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-264143

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 J 37/08
27/04

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 J 37/08
27/04

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-64352

(22) 出願日 平成7年(1995)3月23日

(71) 出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72) 発明者 妹尾 和洋

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日
新電機株式会社内

(72) 発明者 丹上 正安

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日
新電機株式会社内

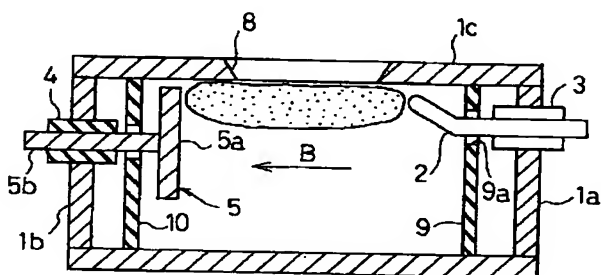
(74) 代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 イオン源

(57) 【要約】

【構成】 フィラメント2と反射電極5とが、磁界の方向に対向して設けられ、フィラメント2を絶縁保持するフィラメントフィードスルー3の汚れ防止のためにフィラメントシールド9が設けられたバーナス型イオン源であって、プラズマ生成チャンバ1中においてスパッタ率が高いフィラメントシールド9を所望のイオン種を含む材料にて構成する。また、フィラメント2をイオン引出面の方向に曲げる。

【効果】 イオン引出口8の近傍のプラズマ密度を局所的に高くすることができると共に、効率良くプラズマ中の所望イオン成分比を増加させることができ、アーク放電電圧を高めることなく、所望のイオンのビーム電流を増大させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】イオン引出し方向と直交する方向の磁界をプラズマ生成チャンバの内部に形成する磁界形成手段と、

上記磁界の方向に対向して、プラズマ生成チャンバとは絶縁部材によって電氣的に絶縁された状態でプラズマ生成チャンバ内にそれぞれ設けられた、熱電子を放出するフィラメント及び熱電子を反射する反射電極と、フィラメントとプラズマ生成チャンバとを電氣的に絶縁する絶縁部材をプラズマ形成領域から隔離するためにプラズマ生成チャンバ内に設けられた仕切り板とを備え、所望のイオン種を含むガスをプラズマ生成チャンバ内へ導入しながら熱電子放出によるアーク放電によって導入ガスをプラズマ化し、プラズマ生成チャンバに形成されたイオン引出口からイオンを引き出してイオンビームを形成するイオン源において、

上記仕切り板の少なくともフィラメント近傍部分が、所望のイオン種を含む材料にて構成されていることを特徴とするイオン源。

【請求項2】イオン引出し方向と直交する方向の磁界をプラズマ生成チャンバの内部に形成する磁界形成手段と、

上記磁界の方向に対向して、プラズマ生成チャンバとは絶縁部材によって電氣的に絶縁された状態でプラズマ生成チャンバ内にそれぞれ設けられた、熱電子を放出するフィラメント及び熱電子を反射する反射電極とを備え、所望のイオン種を含むガスをプラズマ生成チャンバ内へ導入しながら熱電子放出によるアーク放電によって導入ガスをプラズマ化し、プラズマ生成チャンバに形成されたイオン引出口からイオンを引き出してイオンビームを形成するイオン源において、上記フィラメントは、プラズマ生成チャンバの内部で、イオン引出口が形成されたイオン引出面の方向に曲げられていることを特徴とするイオン源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、イオン注入装置等のイオンビーム装置に供され、プラズマ生成チャンバ内に導入されたイオン種ガスをプラズマ化してイオンを生成し、該生成プラズマ中からイオンを引き出してイオンビームを形成するイオン源に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、元素をプラズマ化し、プラズマ中のイオンをイオンビームとして引き出すイオン源は、イオン注入をはじめとして、イオンプレーティング、結晶成長、或いはイオン加工等、様々な分野に利用されている。上記イオン源には、プラズマ生成チャンバの内部に該チャンバと電氣的な絶縁を図ってカソードフィラメントを設け、該フィラメントに電流を流して該フィラメントを加熱すると共に、フィラメントとプラズマ生成チャ

ンバとの間にアーク放電に必要な電圧を印加して、フィラメントからの熱電子の放出によるアーク放電を生じさせ、該アーク放電によってプラズマ生成チャンバ内に導入されたイオン種ガスをプラズマ化してイオンを生成する、フリーマン型イオン源に代表される低電圧アーク放電型のイオン源がある。

【0003】上記低電圧アーク放電型イオン源の中でもバーナス型イオン源は、フリーマン型よりもアーク電圧を下げてプラズマを生成できるのでフィラメントの長寿命化を図ることができると共に、電子の閉じ込め効率がよいのでプラズマ中の多価イオン量が多くなり、多価イオンビームが多く取れるという特徴を持っている。このバーナス型イオン源の一般的な構成を、図11及び図12を参照して以下に説明する。

【0004】モリブデン等の高融点金属からなるプラズマ生成チャンバ51の内部には、略U字状に曲げられたフィラメント52が設けられている。このフィラメント52は、その両端部がフィラメントフィードスルー53・53と呼ばれる絶縁支持部材を介してプラズマ生成チャンバ51の一壁面に支持されている。また、プラズマ生成チャンバ51の内部における上記フィラメント52と対向する位置には、絶縁支持部材54を介してプラズマ生成チャンバ51の一壁面に支持された反射電極55が設置されている。また、プラズマ生成チャンバ51の外部には、上記フィラメント52と反射電極55とを結ぶ方向に磁界Bを形成する図示しないソレノイドコイルを有するソースマグネットが設けられている。

【0005】上記構成において、フィラメント電源56を投入してフィラメント52に電流を流して該フィラメント52を加熱すると共に、アーク電源57を投入してフィラメント52とプラズマ生成チャンバ51との間にアーク放電に必要な電圧を印加すれば、フィラメント52からの熱電子の放出によるアーク放電が生じる。このときフィラメント52から放出された熱電子は、導入ガス粒子に衝突して粒子を電離（プラズマ化）させながら磁界Bの方向に沿ってプラズマ生成チャンバ51内をドリフトし、反射電極55に到達する手前で該反射電極55にて追い返される。即ち、上記の熱電子は、フィラメント52と反射電極55との間で閉じ込められた状態となり、その飛程距離が長くなり、これによってプラズマ生成効率が高まる。

【0006】ところで、上記フィラメント52及び反射電極55は絶縁部材（フィラメントフィードスルー53又は絶縁支持部材54）によってプラズマ生成チャンバ51と電氣的に絶縁されているが、絶縁部材の表面が汚染されて絶縁不良を起こすと、所望のアーク電圧や熱電子を追い返すための電位が確保できなくなる。尚、絶縁部材の汚染は、主に、金属製のプラズマ生成チャンバ51やフィラメント52がプラズマ中の荷電粒子にてスパッタされることによって放出された導電性粒子が、絶縁

部材の表面に付着することによって起きる。そこで、モリブデン等の高融点金属からなるシールド板 59・60 にてプラズマ生成チャンバ 51 の内部を仕切り、絶縁部材の汚染を防止するようになっているイオン源もある

(『BernasSource Engineering Incereases Implanter Utilization』SEMICONDUCTOR INTERNATIONAL JUNE 1992, pp. 106-108)。

【0007】上記プラズマ生成チャンバ 51 には、磁界 B の方向に沿って延びるスリット状のイオン引出口 58 が形成されており、プラズマ生成チャンバ 51 と図示しない引出電極との間に形成される強い電界によって、該イオン引出口 58 からイオンが引き出されてイオンビームが形成されるようになっている。イオン源がイオン注入装置に具備される場合、イオン源から引き出されたイオンビームは、その後段に配された質量分析マグネットにて所望のイオンのみが選択され、さらに必要によって加速、収束、走査等がなされてターゲット(シリコンウエハ等)に照射される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】フィラメント型イオン源を用いたイオン注入装置で所望の不純物イオンの注入処理を行う場合、処理スピードや処理量を高めるために、所望のイオンのビーム量が多く得られると共に、フィラメント 52 の損耗によるメンテナンス(フィラメント交換)の回数が少ないイオン源が望まれる。上記バーナス型イオン源は、この点で、フリーマン型等の他のフィラメント型イオン源よりも優れているものの、今日では、さらに高機能のイオン源が切望されている。

【0009】特に、所望とするイオン種がボロンの場合はビーム量を得難い。これは、次の理由による。例えばヒ素やリン等のイオンを発生させる場合、ヒ素やリン等の固体試料をオープンで加熱して蒸気化したものをプラズマ生成チャンバ 51 へ導入する。これに対して、イオン源にてボロンイオンを生成する場合、通常、動作ガスとして BF₃ が用いられるので、プラズマ中における所望とするボロンイオン成分の割合が低いためである。特に、B²⁺ 等の多価のボロンイオンビームを得るにあたっては、中性 BF₃ ガス粒子との衝突によって多価イオンの電子捕獲・再結合が起き易いため、さらにビーム量を得難い。通常、ボロンイオンビームの場合、ヒ素やリン等のイオンビームに比べて、1桁程も小さいビーム量しか得られないことも少なくない。

【0010】所望のイオンのビーム電流を増大させるには、プラズマ生成チャンバ 51 内のプラズマ密度を高める必要があり、これを実現するためにプラズマ生成チャンバ 51 とフィラメント 52 との間のアーク電圧を高くすれば、フィラメント 52 がプラズマ中のイオンにてスパッタされる量が増え、結果的にはフィラメント 52 の損耗によるメンテナンス回数が増えてしまう。

【0011】尚、プラズマ生成チャンバ 51 内のプラズ

マ密度は、図 12 に示すように、フィラメント 52 と反射電極 55 との間が最も高くなる密度分布を示す。そこで、フィラメント 52 の位置を出来るだけイオン引出口 58 が形成された壁面に近くなるように設置し、イオン引出口 58 の近傍のプラズマ密度を局所的に高めることによって、アーク電圧を高くせずとも所望のイオンのビーム電流を増大させることができるものと考えられる。しかしながら、フィラメント 52 はフィラメントフィードスルー 53・53 によってプラズマ生成チャンバ 51 と電氣的に絶縁された状態でチャンバ内部へ導入されており、フィラメント 52 の設置位置は該フィラメントフィードスルー 53 のサイズによって規制を受けることになる。フィラメントフィードスルー 53 は、シールド板 59 にて保護されているものの、汚染が全く起きないわけではないので、汚染が起きた場合も考慮して、そのサイズをあまり小さくすることはできない。したがって、フィラメント 52 は、イオン引出口 58 が形成された壁面にあまり近づけることができず、これではビーム電流の増大に十分に寄与できない。

【0012】本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、その目的は、アーク電圧を高めることなく、所望のイオンのビーム電流を増大させることができるイオン源を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明に係るイオン源は、イオン引出し方向と直交する方向の磁界をプラズマ生成チャンバの内部に形成する磁界形成手段と、上記磁界の方向に対向して、プラズマ生成チャンバとは絶縁部材によって電氣的に絶縁された状態でプラズマ生成チャンバ内にそれぞれ設けられた、熱電子を放出するフィラメント及び熱電子を反射する反射電極と、フィラメントとプラズマ生成チャンバとを電氣的に絶縁する絶縁部材をプラズマ形成領域から隔離するためにプラズマ生成チャンバ内に設けられた仕切り板とを備え、所望のイオン種を含むガスをプラズマ生成チャンバ内へ導入しながら熱電子放出によるアーク放電によって導入ガスをプラズマ化し、プラズマ生成チャンバに形成されたイオン引出口からイオンを引き出してイオンビームを形成するものであって、上記の課題を解決するために、以下の手段が講じられていることを特徴としている。

【0014】すなわち、上記仕切り板の少なくともフィラメント近傍部分が、所望のイオン種を含む材料にて構成されている。

【0015】請求項 2 の発明に係るイオン源は、イオン引出し方向と直交する方向の磁界をプラズマ生成チャンバの内部に形成する磁界形成手段と、上記磁界の方向に対向して、プラズマ生成チャンバとは絶縁部材によって電氣的に絶縁された状態でプラズマ生成チャンバ内にそれぞれ設けられた、熱電子を放出するフィラメント及び熱電子を反射する反射電極とを備え、所望のイオン種を

含むガスをプラズマ生成チャンバ内へ導入しながら熱電子放出によるアーク放電によって導入ガスをプラズマ化し、プラズマ生成チャンバに形成されたイオン引出口からイオンを引き出してイオンビームを形成するものであって、上記の課題を解決するために、以下の手段が講じられていることを特徴としている。

【0016】すなわち、上記フィラメントは、プラズマ生成チャンバの内部で、イオン引出口が形成されたイオン引出面の方向に曲げられている。

【0017】

【作用】請求項1の発明の構成によれば、プラズマ生成チャンバの内部に形成されている磁界により、プラズマがフィラメントと反射電極とを結ぶ方向にドリフトし、プラズマ密度が高い部分のプラズマ粒子が、フィラメントを絶縁保持する絶縁部材をプラズマ形成領域から隔離保護する仕切り板に当たる。すなわち、プラズマ生成チャンバ内において、上記仕切り板は他の壁面よりもスパッタ率が高い。特に、仕切り板のフィラメント近傍部分は、最もプラズマ密度が高い領域になっておりスパッタ率が高いと共に、高温のフィラメントに加熱されて形成材料が蒸発する。したがって、上記仕切り板の少なくともフィラメント近傍部分を所望のイオン種を含む材料にて構成することにより、効率良くプラズマ中の所望イオン成分比を増加させることができる。これにより、アーク放電電圧を高めることなく、所望のイオンのビーム電流を増大させることができる。

【0018】請求項2の発明の構成によれば、プラズマ生成チャンバの内部においてフィラメントがイオン引出面の方向へ曲げられているので、フィラメントを絶縁保持する絶縁部材のサイズを小さくしなくても、フィラメントとイオン引出面との間隔を小さくすることができる。この場合、プラズマ密度が最も高くなる領域（熱電子を放出するフィラメントと熱電子を反射する反射電極とが、プラズマ生成チャンバ内に形成された磁界の方向に対向して設けられているので、フィラメントと反射電極との間で高密度のプラズマが生成される）が、イオン引出口側へシフトし、イオン引出口の近傍のプラズマ密度が局所的に高くなる。したがって、従来と同程度のアーク放電電圧でも、イオン引出口から引き出されるビーム電流が従来よりも増加し、結果的に所望のイオンのビーム電流を増大させることができる。

【0019】

【実施例】本発明の一実施例について図1ないし図10に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0020】本実施例に係るバーナス型イオン源は、図2に示すように、モリブデン等の高融点金属からなるプラズマ生成チャンバ1を備えている。このプラズマ生成チャンバ1の側壁1aには、所定間隔をおいて2つのフィラメントフィードスルー3・3が設けられ、これらを介して略U字状に曲げられたフィラメント2がチャンバ内

部へ導入されている。

【0021】上記フィラメントフィードスルー3の一般的な構成は、図3に示すように、モリブデンやタンタル等の高融点金属製のフィードスルー31と、アルミナ製の絶縁リング32と、アルミナ製のナット33とからなる。上記フィードスルー31は、その軸方向にフィラメント2を挿通させるための挿通孔31aを有すると共に、その一端部には上記ナット33と螺合するネジ部31bが、他端部には絶縁リング32の脱落を防ぐストップ部が形成されている。上記絶縁リング32は、フィードスルー31のネジ部31bが生成されていない部分を覆うものであり、その端部の外径はプラズマ生成チャンバ1の側壁1aに穿設されたフィードスルー用孔と略同じ大きさを持ち、この部分が上記フィードスルー用孔に挿入される。また、絶縁リング32の他の部分は、側壁1aから離れるに従って途中まで徐々に外径が大きくなり（テーパ状）、途中から外径が徐々に小さくなっている（逆テーパ状）。このフィラメントフィードスルー3のプラズマ生成チャンバ1への取り付けは、上記絶縁リング32が環装されたフィードスルー31をプラズマ生成チャンバ1の側壁1aに穿設されたフィードスルー用孔にチャンバ内側から挿通し、チャンバ外側から上記ナット33で締結してなされる。上記フィードスルー31の挿通孔31aを通してプラズマ生成チャンバ1内に導入されるフィラメント2は、上記絶縁リング32およびナット33によってプラズマ生成チャンバ1と電気的に絶縁されている。

【0022】尚、上記の構成では、フィラメントフィードスルー3において、絶縁リング32の端面Cと、ナット33の端面Dと、フィードスルー31の軸表面と、側壁1aに穿設されたフィードスルー用孔の孔壁とに囲まれた空間が存在する。ここで、上記の端面Cまたは端面Dが汚れた場合、側壁1aとフィードスルー31との間の絶縁不良となってしまう。上記絶縁リング32の端面Cやナット33の端面Dは、比較的小さいのでちょっとした汚れにも弱く、沿面放電が生じ易い。イオン源の運転中はフィードスルー31及び側壁1aが高温になるため、これら金属部分から上記の空間内へガス（金属蒸気）が出て、それが上記の端面Cや端面Dに付着することによって端面Cや端面Dが汚れる。

【0023】そこで、側壁1aとフィードスルー31との間の絶縁性を高めるために、図4に示すように、絶縁リング32の端部にナット33'の端部を重ね合わせる構成が望ましい。この構成では、重ね合わせ部分の非常に狭い隙間を介さなければ側壁1aとフィードスルー31とが空間的に繋がらず、この間で沿面放電が生じるには、上記絶縁リング32の端部やナット33'の端部の広い範囲が汚染されなければならない。特に、重ね合わせ部分の隙間は非常に狭いので、側壁1a等の金属部分から出たガスも重ね合わせ部分には入り込み難く、絶縁

の信頼性が図3の構成よりもかなり高くなる。勿論、図5に示すように、ナット33の端部に絶縁リング32'の端部を重ね合わせる構成にしてもよい。

【0024】上記フィラメント2の両端間には、該フィラメント2へフィラメント電流を供給するためのフィラメント電源6が接続されている。また、プラズマ生成チャンバ1とフィラメント2との間には、プラズマ生成チャンバ1がフィラメント2より正電位となるようにアーク電源7が接続されている。上記フィラメント電源6を投入してフィラメント2に例えば200A程度の電流を流して該フィラメント2を加熱すると共に、アーク電源7を投入してフィラメント2とプラズマ生成チャンバ1との間にアーク放電に必要な電圧（例えば-60V程度）を印加すれば、フィラメント2からの熱電子の放出によるアーク放電が生じる。

【0025】また、上記プラズマ生成チャンバ1の内部における上記フィラメント2と対向する位置には、絶縁支持部材4を介してプラズマ生成チャンバ1の側壁1bに支持された反射電極5が設置されている。この反射電極5は、フィラメント2から放出された熱電子をフィラメント側へ追い返すもので、通常、フィラメント2と同じ電位（又はフローティング電位でもよい）におかれる。

【0026】また、上記プラズマ生成チャンバ1の周囲には、図示しないソレノイドコイルを備えたソースマグネットが配設されており、プラズマ生成チャンバ1の内部において、上記フィラメント2と反射電極5とを結ぶ方向に磁界Bが形成されるようになっている。このソースマグネットが形成する磁界Bにより、フィラメント2から放出された熱電子が、フィラメント2と反射電極5との間でドリフトする。磁界Bに沿ってドリフトした上記熱電子は、フィラメント電位のフィラメント2及び反射電極5の手前で追い返され、両者の間で閉じ込められた状態となり、その飛程距離（いわゆる、ライフタイム）が長くなる。

【0027】また、上記プラズマ生成チャンバ1には、PやAs等の固体試料を加熱して蒸気化させるオープン（図示せず）がガス導入管を介して接続されていると共に、BF₃等の動作ガスやAr等の洗浄用ガスの供給源であるガスボックス（図示せず）がガス導入管を介して接続されている。上記のガス導入管を介してプラズマ生成チャンバ1内に導入された所望のイオン種を含むガス粒子は、上記フィラメント2から放出された熱電子と衝突して電離し、プラズマ化する。

【0028】図1に示すように、上記プラズマ生成チャンバ1の上壁1cには、磁界Bの方向に沿って延びるスリット状のイオン引出口8が形成されている。また、プラズマ生成チャンバ1の外部には、上記イオン引出口8と対向して、ビーム通過孔が形成された引出電極（図示せず）が設置されている。この引出電極とプラズマ生成

チャンバ1との間には、プラズマ生成チャンバ1が引出電極より正電位となるように引出電源（図示せず）が接続されている。これにより、プラズマ生成チャンバ1と引出電極7との間に強い外部電界が形成され、この外部電界により、プラズマ生成チャンバ1内で生成されたプラズマ中の正イオンが、イオン引出口8から引き出され、イオンビームが形成されるようになっている。

【0029】上記プラズマ生成チャンバ1の内部におけるフィラメント2の設置側には、フィラメントフィードスルー3をプラズマ生成領域から隔離するための仕切り板であるフィラメントシールド9が設けられている。このフィラメントシールド9には、フィラメント2を挿通させる孔9aが穿設されており、フィラメント2の主要部はプラズマ生成領域側へ導入されている。このフィラメントシールド9の機能の一つは、プラズマ生成中に発生した導電性粒子がフィラメントフィードスルー3の絶縁部材の表面に出来るだけ付着しないようにするフィラメントフィードスルー3の汚染防止機能である。本実施例では、このフィラメントシールド9が、BN、B₂O₃、或いはB単体等、少なくともB（ボロン）を含む材料にて構成されており、後述するように、生成プラズマ中における所望とするボロンイオン成分の割合を高め、もってボロンイオンのビーム電流を増大させる機能をも併せ持つ。

【0030】また、上記プラズマ生成チャンバ1の内部における反射電極5の設置側には、反射電極5を支持する絶縁支持部材4をプラズマ生成領域から隔離するための仕切り板である反射電極シールド10が設けられている。この反射電極シールド10には、反射電極5の支持棒5bを挿通させる孔が穿設されており、反射電極5の電極部5aはプラズマ生成領域側へ導入されている。この反射電極シールド10の機能の一つは、プラズマ生成中に発生した導電性粒子が絶縁支持部材4の表面に出来るだけ付着しないようにする絶縁支持部材4の汚染防止機能である。本実施例では、この反射電極シールド10が、BN、B₂O₃、或いはB単体等、少なくともB（ボロン）を含む材料にて構成されており、前記フィラメントシールド9と同様、生成プラズマ中における所望とするボロンイオン成分の割合を高めてビーム電流を増大させる機能を持つ。

【0031】また、図1に示すように、フィラメントフィードスルー3によるフィラメント2の支持位置は、出来るだけイオン引出口8が形成された上壁1c（即ち、イオン引出面）に近くなるように設定されている。そして、フィラメント2は、フィラメントシールド9の孔9aを通してプラズマ生成領域へ導入されている部分が、イオン引出口8が形成された上壁1c側へ曲げられている。

【0032】上記の構成において、動作ガスとしてBF₃、又はBCl₃を用いてイオン源を運転した場合、プラ

ズマ生成チャンバ1内において生成された反応性の高いプラズマによって、ボロン含有材料からなるフィラメントシールド9及び反射電極シールド10がスパッタされ、この結果、プラズマ中のボロン成分の割合が増加する。

【0033】特に、バーナス型イオン源では、プラズマ生成チャンバ1の内部に形成されているソースマグネット磁界Bにより、該磁界Bに沿ってプラズマがフィラメント2と反射電極5とを結ぶ方向にドリフトするので、プラズマ密度が高い部分のプラズマ粒子がフィラメントシールド9及び反射電極シールド10に当たる。すなわち、フィラメントシールド9及び反射電極シールド10は、プラズマ生成チャンバ1の他の壁面よりもスパッタ率が高く、この部分をボロン含有材料にて構成することにより、効率良くプラズマ中のボロン成分比を増加させることができる。

【0034】また、フィラメントシールド9をボロン含有材料にて構成した場合、高温のフィラメント2に加熱されてフィラメント近傍部分のボロン含有材料が蒸発するので、上記のスパッタ現象に加えて、蒸発によってもプラズマ中のボロン成分比が増加する。

【0035】例えば、動作ガスとして BF_3 ガスを用いた場合、プラズマ中に B^+ 、 F^+ 、 BF^+ 、 BF_2^+ 、 BF_3^+ 等の正イオンが存在する。この場合、 B^+ が生成されるためには、 BF_3 からF元素を3つも取らなければならない。これに対して、フィラメントシールド9や反射電極シールド10からスパッタによって供給されるボロンは容易に B^+ になる。また、フィラメントシールド9を例えばBNで構成した場合、蒸発によって供給されるBNからはN元素を1つ取り除けば比較的容易に B^+ を生成できる。フィラメントシールド9をB単体で構成すればなおさら B^+ の生成が容易である。このように、 BF_3 から B^+ を生成するのに比べて、フィラメントシールド9や反射電極シールド10から供給されるボロン含有物質の方が、はるかに B^+ を生成し易く、これにより、プラズマ中のボロン成分比の効率的な増加が可能なのである。

【0036】尚、上記のように反射電極シールド10をボロン含有材料にて構成する場合、反射電極5の電極部5aの大きさを、イオン引出口8の幅（スリット長さ方向と直交する幅）に応じて通常よりも小さく形成することが望ましい。すなわち、反射電極5の電極部5aの大きさを通常よりも小さくすることによって、反射電極シールド10に直接当たるプラズマの量を多くし、プラズマ中のボロン成分比をより増加させるのである。反射電極5の電極部5aをどの程度まで小さくできるかは、イオン引出口8の幅によって決まる。イオン引出口8の近傍のプラズマ密度を高めるためには、少なくともイオン引出口8の近傍において反射電極5による電子の追い返

し効果が要求され、このためには、反射電極5の電極部5aの大きさをイオン引出口8の幅の数倍に設定する必要がある。必要な大きさが確保できれば、それ以上に電極部5aを大きくせずに、反射電極シールド10に直接当たるプラズマの量を多くする方が、プラズマ中のボロン成分比を増加させる上で有利である。

【0037】尚、イオン源がイオン注入装置に具備される場合、イオン源から引き出されたイオンビームは、その後段に配された質量分析マグネットにて所望のイオンのみが選択的に抽出されてターゲットに照射される。この場合、所望のイオンビームがターゲットに到達するまでのビーム輸送経路上に設けられた電極等の形状によって輸送出来るビーム量が制限され、イオン源から引き出されたビームの全てがターゲットへ到達できるわけではない。特に、イオン引出口8から引き出されるビーム電流（引出電流）がある程度大きくなれば、ビームの径

（広がり）も大きくなるので、この場合、引出電流に対するターゲット電流の率はあまり良くない。この点、プラズマ中の所望イオン成分比を高めることは、同一の引出電流でターゲットにおける所望イオンのビーム電流を増加させることができるので非常に有効である。

【0038】また、本実施例では、図1に示すようにプラズマ生成チャンバ1の内部においてフィラメント2がイオン引出面の方向へ曲げられているので、フィラメントフィードスルー3のサイズを小さくしなくても、フィラメント2とイオン引出面との間隔を小さくすることができる。この場合、プラズマ密度が最も高くなる領域（フィラメント2と反射電極5との間）が、イオン引出口8側へシフトし、イオン引出口8の近傍のプラズマ密度を局所的に高めることができる。したがって、従来と同程度のアーク電圧（アーク電流）でも、イオン引出口8から引き出されるビーム電流（引出電流）が従来よりも増加する。

【0039】フィラメント2の形状は図2に示すU字型（無誘導型）のものには限定されず、例えば、図6に示すように先端部分を突出させた改良型（半径の小さな先端突出部のインピーダンスが高く、この部分から熱電子が放出され易くなる）、図7に示すように先端部分をコイル状に巻きたいわゆるビッグテイル型と呼称される誘導型のもの等を用いることができる。

【0040】尚、フィラメント2をビッグテイル型にした場合、巻き半径を大きくすることによりフィラメント2の一部をイオン引出面の近傍へ配置することができるが、巻き半径が大きいためにプラズマの分布が広がり、イオン引出面近傍のプラズマ密度を高くするという目的は十分に達成されない。ビッグテイル型の場合でも、巻き半径を3mm～4mm程度とあまり大きくせずに、フィラメント2を根元側（支持部側）から曲げて巻き部分全体をイオン引出面方向へ近づけることにより、プラズマ分布はあまり広がらず、濃いプラズマをイオン引出口の近

傍に生成することができる。これにより、アーク電圧に対する引出電流の率が高まる。

【0041】また、フィラメント2をビッグテイル型にした場合、図8に示すように、フィラメント電流によって形成される磁界bが、外部のソースマグネットより印加される磁界Bの向きに対して逆になるようにフィラメント電源6をフィラメント2に接続することが望ましい。これにより、最もプラズマ密度の高い領域がフィラメントの中心部に形成され、プラズマによるフィラメントシールド9のスパッタを強化することができる。また、この場合、イオン引出口8の近傍のプラズマ密度を高めるために、最もプラズマ密度が高くなるフィラメント2の巻き部分の中心とイオン引出口8とを、イオン引出し方向に対して一致させる。

【0042】また、フィラメントシールド9において、スパッタや蒸発が起きるのは、主に、フィラメント2の近傍（特に、フィラメント2の中心部分及びフィラメント加熱部分）である。したがって、図9に示すように、フィラメントシールド9におけるスパッタや蒸発が起きやすい部分9bのみをBN、 B_2O_3 、或いはB単体等、少なくともボロンを含む材料にて構成し、その他の部分9cはMo、Ta、Wa等の高融点金属で構成してもよい。

【0043】また、フィラメントシールド9におけるフィラメント2の近傍のスパッタや蒸発が起きやすい部分は他の部分よりも消耗が早いので、図10に示すように、この消耗部9eを少なくともボロンを含む材料にて構成し、本体部9f（ボロンを含む材料でも高融点金属でもよい）に対して着脱して交換（補給）可能な構成としてもよい。

【0044】プラズマ生成チャンバ1は、通常、人による内部の掃除ができるように、各チャンバ壁が分割できる構造となっており、フィラメントシールド9の消耗部9eの交換作業、或いはフィラメントシールド9全体や反射電極シールド10の交換作業は可能である。また、フィラメントシールド9や反射電極シールド10を側壁1a・1bに取り付ける構成にした場合、プラズマ生成チャンバ1における側壁1a・1b以外のチャンバ壁を一体形成とし、側壁1a・1bのみ分割できる構成とすることができる。

【0045】尚、上記実施例では、所望のイオン種をボロンとして説明したが、他のイオン種を対象とする場合は、そのイオン種を含む材料にてフィラメントシールド9や反射電極シールド10を構成すればよい。

【0046】以上のように、本実施例に係るイオン源は、イオン引出し方向と直交する方向の磁界Bをプラズマ生成チャンバ1の内部に形成するソースマグネット（磁界形成手段）と、上記磁界Bの方向に対向してプラズマ生成チャンバ1内にそれぞれ設けられたフィラメント2及び反射電極5と、フィラメント2とプラズマ生成

チャンバ1とを電氣的に絶縁するフィラメントフィードスルー3（絶縁部材）をプラズマ形成領域から隔離するためにプラズマ生成チャンバ1内に設けられたフィラメントシールド9（仕切り板）とを備え、所望のイオン種を含むガスをプラズマ生成チャンバ1内へ導入しながら熱電子放出によるアーク放電によって導入ガスをプラズマ化するものであって、上記フィラメントシールド9の少なくともフィラメント2の近傍部分が、所望のイオン種を含む材料にて形成されている構成であり、これを第1の特徴としている。

【0047】上記の構成によれば、プラズマ生成チャンバ1の内部に形成されているソースマグネット磁界Bにより、プラズマがフィラメント2と反射電極5とを結ぶ方向にドリフトし、プラズマ密度が高い部分のプラズマ粒子がフィラメントシールド9のフィラメント2の近傍部分に集中的に当たり、この部分を所望のイオン種を含む材料にて形成することにより、スパッタによって効率よく所望のイオン種を供給できる。また、フィラメント2の加熱による蒸発によっても所望のイオン種を含むガスが供給される。これにより、プラズマ中の所望イオンの成分比を増加させることができ、この結果、アーク電圧を高めることなく、所望のイオンのビーム電流を増大させることができる。以下に、そのテスト結果を示す。

【0048】このテストは、イオン源をイオン注入装置に組み込んで行ったものである。比較例としては、フィラメントシールドの材質がMoの従来のバーナス型イオン源（図11及び図12参照）を用い、また、実施例としては、上記比較例のイオン源におけるフィラメントシールドの材質をBNに代えただけのイオン源（ここでは、図1のようにフィラメント2をイオン引出面側へ曲げておらず、且つ、反射電極シールド10もボロン含有材料で構成されていない）を用いた。そして、それぞれに対して、下記の運転条件でイオン注入装置の運転を行った。

【0049】動作ガス：BF₃

ガス流量：0.8cc/m

フィラメント電流：120A

アーク電流（アーク電圧）：4A（60V）

引出電流（引出電圧）：10mA（30kV）

ビームエネルギー：150keV

この結果、従来のバーナス型イオン源を用いた場合は、ターゲットにおいてビーム電流600μAのB⁺イオンが得られた。これに対して、フィラメントシールドの材質をBNに代えた実施例のイオン源を用いた場合は、ターゲットにおいてビーム電流800μAのB⁺イオンが得られた。

【0050】また、本実施例のイオン源は、従来と同じビーム電流を得るのであればアーク電圧を従来よりも低くすることができ、これによりフィラメント2のスパッタによる損耗が少なくなるので、メンテナンス回数を少

なくできる。

【0051】また、本実施例に係るイオン源は、上記第1の特徴の構成において、反射電極5とプラズマ生成チャンバ1とを電氣的に絶縁する絶縁支持部材4をプラズマ形成領域から隔離するためにプラズマ生成チャンバ1内に設けられた反射電極シールド10が、所望のイオン種を含む材料にて形成されている構成であり、これを第2の特徴としている。上記反射電極シールド10は、フィラメント2と対向配置され、上記と同様にソースマグネット磁界Bによりプラズマ密度の比較的高い部分のプラズマ粒子が反射電極シールド10に当たる。このスパッタ現象によってプラズマ中の所望イオンの成分比を増加させることができ、この結果、アーク電圧を高めることなく、所望のイオンのビーム電流をさらに増大させることができる。この実験として、前記のテストにおいて用いた従来のイオン源におけるフィラメントシールド及び反射電極シールドの材質を何れもBNに代えて、前記と同様の条件でイオン注入装置を運転した。この結果、ターゲットにおいてビーム電流1mAのB⁺イオンが得られた。

【0052】また、本実施例に係るイオン源は、イオン引出し方向と直交する方向の磁界Bをプラズマ生成チャンバ1の内部に形成するソースマグネット（磁界形成手段）と、上記磁界Bの方向に対向してプラズマ生成チャンバ1内にそれぞれ設けられたフィラメント2及び反射電極5とを備え、所望のイオン種を含むガスをプラズマ生成チャンバ1内へ導入しながら熱電子放出によるアーク放電によって導入ガスをプラズマ化し、プラズマ生成チャンバ1に形成されたイオン引出口8からイオンを引き出してイオンビームを形成するものであって、フィラメント2が、プラズマ生成チャンバ1の内部で、イオン引出口8が形成されたイオン引出面の方向に曲げられている構成であり、これを第3の特徴としている。

【0053】これにより、フィラメント2を絶縁保持するフィラメントフィードスルー3のサイズを小さくしなくても、フィラメント2とイオン引出面との間隔を小さくすることができ、イオン引出口8の近傍のプラズマ密度を局所的に高めることができる。したがって、アーク電圧を高めることなく、イオン引出口8から引き出される引出電流を増大させることができる。また、フィラメント2の曲げ量だけでプラズマの生成位置（換言すれば、プラズマ生成チャンバ1中におけるプラズマ分布）を変更できるので、最適なプラズマ生成位置を容易にさがすことができる。

【0054】また、本実施例に係るイオン源は、上記第3の特徴の構成において、図8に示すように、コイル状に巻いたビッグテイル型のフィラメント2を用い、該フィラメント2にフィラメント電流を流すことによって形成される磁界bが、外部のソースマグネットより印加される磁界Bの向きに対して逆になるようにフィラメント

電源6をフィラメント2に接続した構成であり、これを第4の特徴としている。これにより、最もプラズマ密度の高い領域がフィラメントの中心部に形成され、プラズマによるフィラメントシールド9のスパッタを強化することができるので、プラズマ中の所望イオン成分比を効率的に高めることができる。

【0055】また、本実施例に係るイオン源のフィラメントフィードスルー3は、図4又は図5に示すように、フィラメント2を挿通させるための挿通孔31a（図3参照）を有しその端部にネジ部31b（図3参照）が形成されているフィードスルー31と、上記フィードスルー31のネジ部31b以外の部分を覆う絶縁リング32（32'）と、上記ネジ部31bに螺合する絶縁性のナット33（33'）とを備え、プラズマ生成チャンバ1の壁面に穿設されたフィードスルー用孔に取り付けられてフィラメント2とプラズマ生成チャンバ1との間の電氣的絶縁を図るものであり、上記絶縁リング32（32'）の端部とナット33（33'）の端部とが重ね合わされた構成であり、これを第5の特徴としている。これにより、フィラメント2とプラズマ生成チャンバ1との間の絶縁の信頼性が高まる。

【0056】上記の実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と特許請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

【0057】

【発明の効果】請求項1の発明に係るイオン源は、以上のように、熱電子を放出するフィラメントと熱電子を反射する反射電極とが、プラズマ生成チャンバ内に形成された磁界の方向に対向して設けられ、上記フィラメントとプラズマ生成チャンバとを電氣的に絶縁する絶縁部材をプラズマ形成領域から隔離するためにプラズマ生成チャンバ内に仕切り板が設けられたものであって、プラズマ生成チャンバ中においてスパッタ率が高い上記仕切り板の少なくともフィラメント近傍部分が、所望のイオン種を含む材料にて構成されているものである。

【0058】それゆえ、効率良くプラズマ中の所望イオン成分比を増加させることができ、アーク放電電圧を高めることなく、所望のイオンのビーム電流を増大させることができるという効果を奏する。

【0059】請求項2の発明に係るイオン源は、以上のように、熱電子を放出するフィラメントと熱電子を反射する反射電極とが、プラズマ生成チャンバ内に形成された磁界の方向に対向して設けられ、プラズマ生成チャンバに形成されたイオン引出口からイオンを引き出してイオンビームを形成するものであって、上記フィラメントが、プラズマ生成チャンバの内部で、イオン引出口が形成されたイオン引出面の方向に曲げられている構成である。

【0060】それゆえ、フィラメントを絶縁保持する絶縁部材のサイズを小さくしなくても、フィラメントとイオン引出面との間隔を小さくすることができ、イオン引出口の近傍のプラズマ密度を局部的に高くすることができる。したがって、従来と同程度のアーク放電電圧でも、イオン引出口から引き出されるビーム電流が従来よりも増加し、結果的に所望のイオンのビーム電流を増大させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すものであり、バーナス型イオン源の概略の縦断面図である。

【図2】上記イオン源の概略の横断面図である。

【図3】上記イオン源のフィラメントフィードスルーの構成を示す概略の断面図である。

【図4】上記イオン源のフィラメントフィードスルーの他の構成を示す概略の断面図である。

【図5】上記イオン源のフィラメントフィードスルーのさらに別の構成を示す概略の断面図である。

【図6】上記イオン源に適用されるフィラメント形状の一例を示す説明図である。

【図7】上記イオン源に適用されるフィラメント形状の他の例を示す説明図である。

* 【図8】本発明のその他の実施例に係るバーナス型イオン源の概略の横断面図である。

【図9】本発明のさらに別の実施例に係るバーナス型イオン源の概略の横断面図である。

【図10】本発明のさらに別の実施例に係るバーナス型イオン源のフィラメント周辺の構成を示す概略の横断面図である。

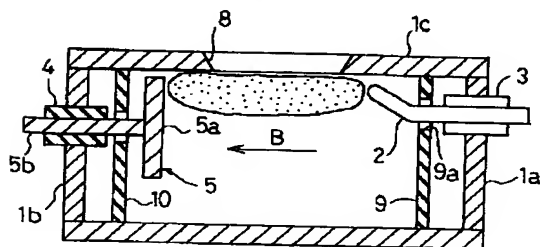
【図11】従来のバーナス型イオン源の概略の横断面図である。

【図12】上記従来のバーナス型イオン源の概略の縦断面図である。

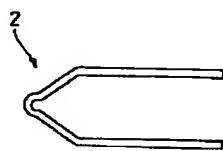
【符号の説明】

- | | |
|----|---------------------|
| 1 | プラズマ生成チャンバ |
| 2 | フィラメント |
| 3 | フィラメントフィードスルー（絶縁部材） |
| 4 | 絶縁支持部材 |
| 5 | 反射電極 |
| 6 | フィラメント電源 |
| 7 | アーク電源 |
| 8 | イオン引出口 |
| 9 | フィラメントシールド（仕切り板） |
| 10 | 反射電極シールド |

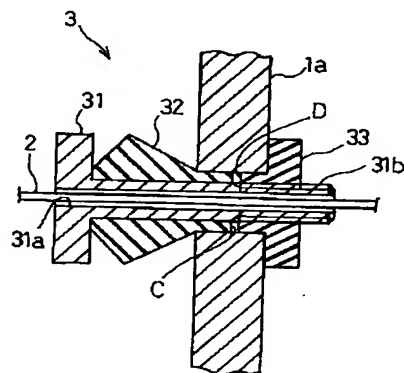
【図1】



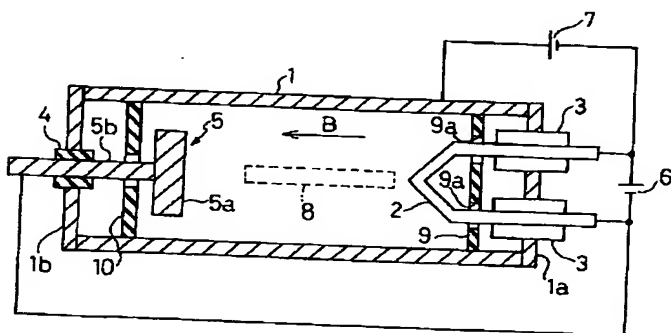
【図6】



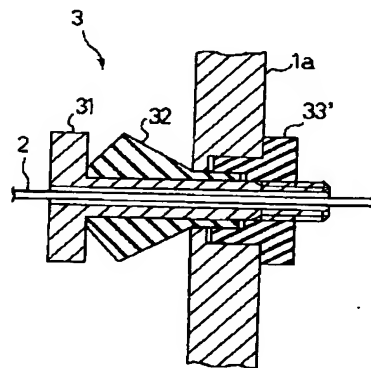
【図3】



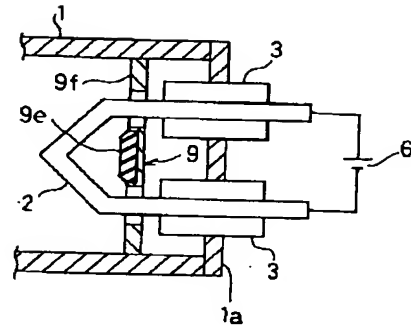
【図2】



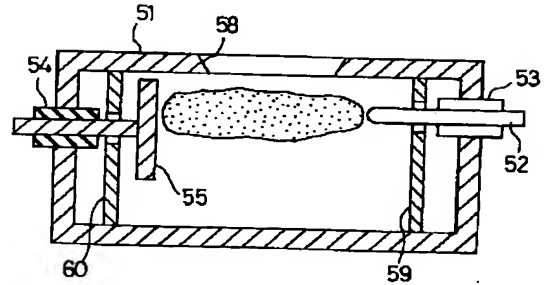
【図4】



【図 10】



【図 8】



(11)

特開平8-264143

【図11】

